

§ 3 耐震補強計画策定

[一文字型 4 階建て]

§ 3 耐震補強計画策定

3-1 策定方針

(1) 補強壁枚数の算定方法

耐震診断結果（2次）に基づき、補強を要すると考えられる建物について、略算的に補強計画を行う。

補強後の建物の目標構造耐震指標値は、略算であるから $r_{ls} = 0.75$ 以上となる様に計画する。但し、地上階により次の補正を行う。

耐震指標値（ r_{ls} ）に乘じる補正值

建物の地上階別	補正值
1～2階建の各階	0.9
3～4階建の各階	1.0
5階建以上の各階	1.1

a) 算定方針

- 耐震診断結果に対する補強壁枚数の算出方法は「学校施設の耐震補強マニュアル・RC造校舎編」（文部省）の設計例を参考にする。
- 耐力、剛性は第2次診断の結果より評価する。（梁の影響は無視する。）

b) 耐力壁又は鉄骨ブレースの増設

- 増設耐力壁（RC壁）の終局せん断応力度は

$$\tau_u = 2 \text{ N/mm}^2$$

として評価する。

- 壁枚数の検討時には、増設壁による建物重量の増加は無視する。
- 増設壁の破壊モードはせん断壁として評価する。
- RC造の耐力壁か、鉄骨ブレースかは
 - 地盤条件（基礎耐力）
 - 採光等の意匠（使用）上の条件
 等の条件により判断し決定する。
- 鉄骨ブレースによる補強時の壁剛性の評価は、RC壁の等価断面（厚さ）に置換して算定する。
耐力評価に関しても、等価厚さに対する等価終局せん断応力度を算定して評価する。

c) 極脆性柱の処理

- 第2種構造要素となる柱は、スリットを設けたり、袖壁をつけたりして $F = 1.0$ 以上の柱、または柱付き壁に補強するものと仮定する。

d) 剛重比の検討方法

$$n_i = \beta \times \frac{\text{剛重比}(i+1)}{\text{剛重比}(i)} \leq 1.30 \quad (\text{2001年改訂版})$$

$$\text{剛重比 (i)} = \frac{\text{階剛性 (i)}}{\sum W_i} \quad (\text{SCREEN})$$

$$= \frac{K}{H} \quad (\text{Super Build/耐震診断})$$

α : 壁の縦横比による剛性割増率

	構面内の時	構面外の時
3.0 ≤ H/L	1.00	0.30
2.0 ≤ H/L < 3.0	1.50	0.50
1.0 ≤ H/L < 2.0	2.50	0.80
H/L < 1.0	3.50	1.20

β : 階補正係数

$$\beta = \frac{N-1}{N} \quad \text{ただし最上階は } \beta = 2.0 \text{ とする}$$

- N : 支える床の数
- Ac : 柱の断面積
- Aw : 壁の断面積

補強壁の場合

$$A_w = (1 - \gamma) \times t_w \times L_w$$

- γ : 開口率
- t_w : 壁厚さ [cm]
- L_w : 壁長 (柱内法スパン) [cm]

耐力上、必要枚数での検討を行い、その壁枚数を増加させながら

$$n_i \leq 1.30$$

となるように壁枚数を補正する。

剛重比が満足させられない場合は、診断者判断にて適宜耐力上 (I_s値)の余裕を持たせることで対応する。

e) 偏心率について

1. 耐力壁の増設に関しては、適度な平面的なバランスを考えた配置をする事により偏心率にあまり影響が出ないように考慮する。

3-2 第2次診断結果の概要

(1) 地震用重量及び床面積

(診断P1より抜粋)

階	W (kN)	Σ W (kN)	A (m ²)	Σ A	W/A	Σ W/Σ A
P H	874.0	874.0	66.7	66.7	13.10	13.10
4	8146.0	9020.0	809.4	876.1	10.06	10.30
3	9884.0	18904.0	806.1	1615.5	12.26	11.70
2	9951.0	28855.0	806.1	2421.6	12.34	11.92
1	12022.0	40877.0	1025.3	3446.9	11.73	11.86

W : 各階の建物重量 (kN) ペント階は高架水槽を含む。

Σ W : その階より上の建物全重量 (kN)

A : 各階の床面積 (m²) 片持ち床を含めた。

W/A : 各階の単位面積あたりの重量 (kN/m²)

Σ A : その階より上の全床面積 (m²)

(2) 柱率、壁率

X : 桁行き方向、Y : 張り間方向

(診断P**より抜粋)

方向	階	柱率	壁率	偏心率	剛柔比
X 方 向	P h				
	3				
	2				
	1				
Y 方 向	P h				
	3				
	2				
	1				

柱率 : 延べ床面積柱率 [c m²/m²]

壁率 : 延べ床面積壁率 [c m²/m²]

(3) 剛心と剛重比 (診断出力 P 39より抜粋)

- K : 階の水平剛性
- K_x, K_y : 剛性一次モーメント = $K \cdot G$
- G_x, G_y : 基準線からの剛心の距離
- KF : 階の剛性 = KF/H
- KFN : 階の剛重比 = $9.80665 \cdot KF / \Sigma W$
- β : 階補正係数
- KN : 剛重比

X方向 「SuperBuild/耐震診断2001」からのデータ

階	階高さ	K(階剛性)	K_x (剛性1次M)	G_y (剛心)	KF(剛性)	ΣW	KFN(比)	β	KN
単位	[cm]	[cm ²]	[cm ² *cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[cm/kN]		
4	350.0	367080	290910900	792.5	1048.8	9020.0	0.116	2.000	0.958
3	350.0	368340	291872616	792.4	1052.4	18904.0	0.056	0.500	1.044
2	350.0	367360	291132800	792.5	1049.6	28855.0	0.036	0.667	1.020
1	377.0	359017	309293232	861.5	952.3	40877.0	0.023	0.750	1.171

Y方向 「SuperBuild/耐震診断2001」からのデータ

階	階高さ	K(階剛性)	K_y (剛性1次M)	G_x (剛心)	KF(剛性)	ΣW	KFN(比)	β	KN
単位	[cm]	[cm ²]	[cm ² *cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[cm/kN]		
4	350.0	752150	2621317965	3485.1	2149.0	9020.0	0.238	2.000	0.970
3	350.0	764400	2635345440	3447.6	2184.0	18904.0	0.116	0.500	1.031
2	350.0	752150	2621317965	3485.1	2149.0	28855.0	0.074	0.667	1.034
1	377.0	886516	3181438175	3588.7	2351.5	40877.0	0.058	0.750	0.971

(4) 重心と偏心率 (診断出力P39より抜粋)

- B, L : 各方向の全長
- I : 回転半径=SQRT (B*B+L*L)
- Nx, Ny : 重心一次モーメント
- W : 階の全軸力
- Sx, Sy : 基準線からの重心の距離
- Gx, Gy : 基準線からの剛心の距離
- Ex, Ey : 偏心距離
- XL, YL : 偏心率

X方向 「SuperBuild/耐震診断2001」からのデータ

階	B	I	W	Nx (重心1次M)	Sy (重心)	Gy (剛心)	Ey (偏心)	XL (率)
	[cm]	[cm]	[kN]	[kN・cm]	[cm]	[cm]	[cm]	
4	1600.0	6621.2	9020.0	6265292	694.6	792.5	97.9	0.015
3	1600.0	6621.2	18904.0	12327298	652.1	792.4	140.3	0.021
2	1600.0	6621.2	28855.0	18461429	639.8	792.5	152.7	0.023
1	2080.0	6753.3	40877.0	27775922	679.5	861.5	182.0	0.027

Y方向 「SuperBuild/耐震診断2001」からのデータ

階	L	I	W	Ny (重心1次M)	Sx (重心)	Gx (剛心)	Ex (偏心)	YL (率)
	[cm]	[cm]	[kN]	[kN・cm]	[cm]	[cm]	[cm]	
4	6425.0	6621.2	9020.0	30977386	3434.3	3485.1	50.8	0.008
3	6425.0	6621.2	18904.0	64634666	3419.1	3447.6	28.5	0.004
2	6425.0	6621.2	28855.0	98337840	3408.0	3485.1	77.1	0.012
1	6425.0	6753.3	40877.0	139946497	3423.6	3588.7	165.1	0.024

(5) 形状指標・径年指標一覧

形状指標のまとめ (診断出力P10より抜粋)

第2次診断用: $SD 2(a-k) = 0.930$

		SD 2 X	SD 2 Y
4階	(a-k)項	0.930	0.930
	1項	1.000	1.000
	n項	1.000	1.000
	SD 2	0.930	0.930
3階	(a-k)項	0.930	0.930
	1項	1.000	1.000
	n項	1.000	1.000
	SD 2	0.930	0.930
2階	(a-k)項	0.930	0.930
	1項	1.000	1.000
	n項	1.000	1.000
	SD 2	0.930	0.930
1階	(a-k)項	0.930	0.930
	1項	1.000	1.000
	n項	1.000	1.000
	SD 2	0.930	0.930

径年指標のまとめ

第2次診断用: $T = (T_1 + T_2 + \dots + T_n) / N$
 $T_n = (1 - P_1) \times (1 - P_2)$

	P 1	P 2	T n	T
4階	0.013	0.002	0.985	0.985
3階	0.013	0.002	0.985	
2階	0.013	0.002	0.985	
1階	0.013	0.002	0.985	

設計→ 0.950

(6) Is値一覧

第 2 次 診 断 結 果 表													
建物名称		千葉県立こて橋小学校①-2棟						建設年月日： 昭和49年 月 日					
診断者名		(有) アルファ技研設計 安田良一						診断年月日： 平成21年 9月					
診断次数：2次		経年指標 T = 0.950			構造耐震判定指標			I s o = E s × Z × G × U = 0.75					
方向	ゾーン	階	Fu	C	F	破壊形式	Eo	SD	Is	CTu・SD	決定式	判定	
X方向	全体	4	1.00	1.92 ()	1.00	CB, CWB, WB, WS, WCB	1.20	0.93	1.06	1.11	(5)式	OK	
		3	1.00	1.07 ()	1.00	CB, CS, CWB, WB, WS, WCB	0.76	0.93	0.67	0.71	(5)式	NG	
		2	1.00	0.77 ()	1.00	CB, CS, CWB, WB, WS, WCB	0.64	0.93	0.57	0.59	(5)式	NG	
		1	1.00	0.64 ()	1.00	CB, CS, CWB, WB, WS, WCB, WCS	0.64	0.93	0.56	0.59	(5)式	NG	
Y方向	全体	4	1.00	3.11 ()	1.00	CB, CWB, WB, WS, WCS	1.94	0.93	1.71	1.80	(5)式	OK	
		3	1.00	1.61 ()	1.00	CB, WB, WS, WCB	1.15	0.93	1.02	1.07	(5)式	OK	
		2	1.00	1.02 ()	1.00	CB, CWB, WB, WS, WCB	0.85	0.93	0.75	0.79	(5)式	OK	
		1	1.50	0.78 ()	1.00	CB, CWB, WB, WS, WCB	0.78	0.93	0.69	0.72	(4)式	NG	

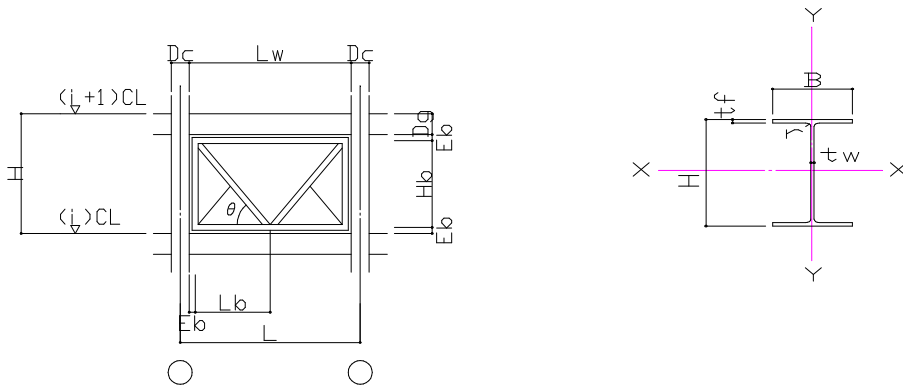
破壊形式凡例

CB : 曲げ柱 CS : せん断柱 CSS: 極脆性柱
 CWB: 曲げ袖壁付柱 CWS: せん断袖壁付柱 CWSS: 極脆性袖壁付柱
 WCB: 曲げ柱型付壁 WS : せん断柱型付壁
 WB : 曲げ壁 WS : せん断壁

表内数値は正負加力方向の最小値を採用する。

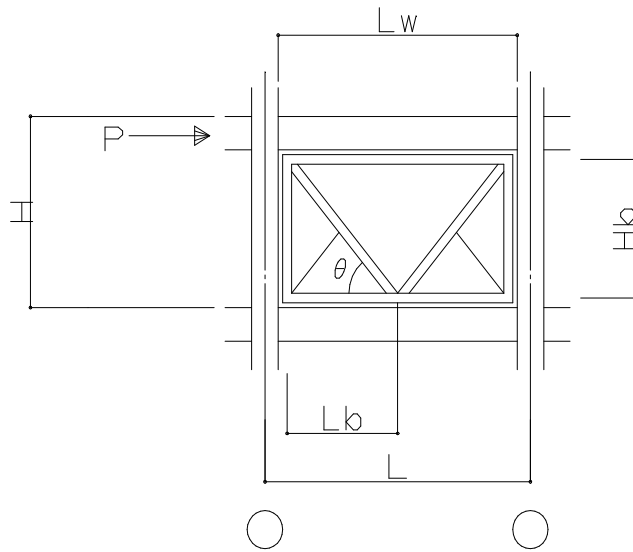
判定欄の ○ 印は補強策定の対象であることを示す。

3-3 鉄骨ブレースの耐力と剛性
 (1) 鉄骨ブレースのせん断耐力の計算
 スパン4.75mの場合



ブレース諸元	1階	2階	3階	4階
L : スパン[cm]	475	475	475	475
H : 階高[cm]	350	350	350	350
Dc : 柱成[cm]	70	70	70	70
Dg : 梁成[cm]	75	75	75	75
Eb : ブレース施工しろ[cm]	20	20	20	20
Lw : 壁内法スパン[cm]	405	405	405	405
Lb : ブレース底辺長[cm]	183	183	183	183
Hb : ブレース対辺長[cm]	235	235	235	235
Sb : ブレース材長[cm]	298	298	298	298
θ : ブレース角度[°]	52.2	52.2	52.2	52.2
COS θ =	0.613	0.613	0.613	0.613
ブレースに作用する軸力				
τu : 壁の終局せん断応力度[N/mm ²]	2.0	2.0	2.0	2.0
B : 壁厚さ[cm]	20	20	20	20
Qdr : 壁のせん断耐力[kN] = τu × B × Lw	1620	1620	1620	1620
Qds : K型ブレースの片側軸力[kN] = Qdr / 2cos θ	1321	1321	1321	1321
必要断面の検討 (鋼材 : SN400→O、SN490→1)				
H : 断面高[mm]	200	200	200	200
B : フランジ幅[mm]	200	200	200	200
tw : ウェブ厚[mm]	8	8	8	8
tf : フランジ厚[mm]	12	12	12	12
r : フィレット半径[mm]	13	13	13	13
A : 全断面積[cm ²]	63.53	63.53	63.53	63.53
Ix : 強軸の断面2次モーメント[cm ⁴]	4704	4704	4704	4704
Iy : 弱軸の断面2次モーメント[cm ⁴]	1603	1603	1603	1603
ix : 強軸周りの回転半径[cm]	8.61	8.61	8.61	8.61
iy : 弱軸周りの回転半径[cm]	5.02	5.02	5.02	5.02
λx : 強軸周りの細長比	34.58	34.58	34.58	34.58
fc : 長期許容圧縮応力度[N/mm ²]	146.3	146.3	146.3	146.3
Na : 短期許容耐力[kN] = A × 1.5fc	1394	1394	1394	1394
判別	OK	OK	OK	OK

(2) 鉄骨ブレースの等価剛性の計算
スパン4.75mの場合



$$\delta_b = \frac{P/\cos\theta}{2} \times \frac{Lb/\cos\theta}{Ab \cdot Es} \times \frac{1}{\cos\theta}$$

$$\delta_s = \frac{\kappa \cdot P \cdot Hw}{\beta \cdot Aw \cdot Gc}$$

$$Aw = 2 \times \frac{\kappa}{\beta} \times \frac{Es}{Gc} \times \frac{Hw}{Lb} \times Ab \times \cos^3\theta$$

$$tw = \frac{Aw}{Lw}$$

$$\tau u' = \frac{\tau u \times B}{tw}$$

δ_b : ブレースの水平変位

κ : 形状係数 1.20

β : 剛性低下率 (弾性) 1.00

Es : 鉄骨の縦弾性係数 205940 [N/mm²]

Gc : コンクリートのせん断弾性係数 8826 [N/mm²]

鉄骨ブレース諸元	1階	2階	3階	4階
Lb : ブレース底辺長[cm]	183	183	183	183
Hb : ブレース対辺長[cm]	235	235	235	235
Lw : 壁内法スパン[cm]	405	405	405	405
θ : ブレース角度[°]	52.2	52.2	52.2	52.2
COS θ =	0.613	0.613	0.613	0.613
等価ブレース諸元				
B : 壁厚さ[cm]	20	20	20	20
Ab : 全断面積[cm ²]	63.53	63.53	63.53	63.53
Aw : 等価壁断面積[cm ²]	1057.11	1057.11	1057.11	1057.11
tw : 等価壁厚さ[cm]	2.61	2.61	2.61	2.61
$\tau u'$: 壁の終局せん断応力度[N/mm ²]	15.32	15.32	15.32	15.32

3-4 補強壁枚数の算定

(1) 増設壁の必要枚数

耐震判定指標：ISoは次式で算定する。

$$\begin{aligned}
 E_s &: \text{耐震判定基本指標} && 0.60 \\
 Z &: \text{地域指標} && 1.00 \\
 G &: \text{地盤指標} && 1.00 \\
 U &: \text{用途指標} && 1.25 \\
 I_{So} &= E_s \times Z \times G \times U = && 0.75
 \end{aligned}$$

補強建物の第2次診断による任意の階の構造耐震指標をIRiとすると

$$IR_i = E_o \times SD \times T \geq I_{So} = 0.75$$

補強前後で形状指標：SD、径年指標：T が変化せず、せん断破壊部材が主な耐力要素である建物 (F=1.0) とすると

$$E_o = \frac{n+1}{n+i} \times RC_i \times F$$

$$IR_i = \frac{n+1}{n+i} \times RC_i \times F \times SD \times T = 0.75 \text{ となる}$$

よって

$$RC_i = \frac{n+i}{n+1} \times \frac{1}{F \times SD_i \times T} \times 0.75 \quad (\text{ここで } F = 1.0 \text{ とする})$$

必要耐力△Qiは次式による。(負値は計算上の補強不要)

$$\Delta Q_i = [RC_i - C] \times \Sigma W_i$$

a) 桁行き方向

階数	4							
階	Wi	ΣWi	SDi	T	SDi・T	RCi	C	△Qi
	874	874						
4	8146	9020	0.930	0.950	0.884	1.36	1.920	-5067
3	9884	18904	0.930	0.950	0.884	1.19	1.070	2239
2	9951	28855	0.930	0.950	0.884	1.02	0.770	7176
1	12022	40877	0.930	0.950	0.884	0.85	0.640	8539

増設壁の枚数

増設壁をRC増設壁に置換し、先の計算結果より壁枚数：nを計算する。

$$n_i = \frac{\Delta Q_i}{\{\tau_u \times t_w \times L_w \times (1 - \gamma)\}}$$

tw(㎜)壁厚さ [cm]

τu' : 壁の終局せん断応力度 [N/mm²]

Lw : 壁内法スパン [cm]

γ : 開口率

階	△Qi	tw	τu'	Lw	γ	ni	設計枚数	設計△Qi
4	-5067	2.61	15.32	405	0.00	-3.13	0	0
3	2239	2.61	15.32	405	0.00	1.38	2	3240
2	7176	2.61	15.32	405	0.00	4.43	6	9720
1	8539	2.61	15.32	405	0.00	5.27	6	9720

(2) 補強建物の剛重比の検討

$$\Sigma STIF1 = STIF1 + \Delta STIF1$$

$\Sigma STIF1$: 補強後の建物剛性
 $STIF1$: 補強前の建物剛性
 $\Delta STIF1$: 補強した壁剛性

$$\Delta STIF1 = n \times tw \times Lw \times \alpha$$

H : 階高
 n : 補強壁の枚数
 tw : 壁厚さ [cm]
 Lw : 壁長 (柱内法スパン) [cm]
 α : 壁の縦横比による剛性割増率
 N : 支える床の数

α : 壁の縦横比による剛性割増率

	構面内	構面外
$3.0 \leq H/L$	1.00	0.30
$2.0 \leq H/L < 3.0$	1.50	0.50
$1.0 \leq H/L < 2.0$	2.50	0.80
$H/L < 1.0$	3.50	1.20

補強建物の階剛性の算定

階	Lw	H	H/Lw	α	STIF1	鉄骨ブレース		RC壁		$\Delta STIF1$	$\Sigma STIF1$	STF
						n	tw	n	tw			
4	405.0	350.0	0.864	3.50	367080	0	2.610	0	0	0	367080	1049
3	405.0	350.0	0.864	3.50	368340	2	2.610	0	0	7400	375740	1074
2	405.0	350.0	0.864	3.50	367360	6	2.610	0	0	22199	389559	1113
1	405.0	350.0	0.864	3.50	359017	6	2.610	0	0	22199	381216	1089

補強建物の剛重比の検討

4階建て

階	STF	ΣWi	剛重比	N	β	Ni	判定
4	1049	9020	0.116	1	2.00	0.977	<1.30 OK!
3	1074	18904	0.057	2	0.50	0.340	<1.30 OK!
2	1113	28855	0.039	3	0.67	0.981	<1.30 OK!
1	1089	40877	0.027	4	0.75	1.086	<1.30 OK!

(3) 補強位置と剛性一次モーメント

4 階補強位置		S 単位STF		3700
		RC 単位STF		0
通り	距離	補強枚数		一次M
		S	R C	
		0	0	0
Y3'	2160	0	0	0
Y3	1980	0	0	0
Y2'	1680	0	0	0
Y2	1480	0	0	0
Y1'	1310	0	0	0
Y1	980	0	0	0
Y0	0	0	0	0
合計		0	0	0

2 階補強位置		S 単位STF		3700
		RC 単位STF		0
通り	距離	補強枚数		一次M
		S	R C	
		0	0	0
Y3'	2160	0	0	0
Y3	1980	0	0	0
Y2'	1680	0	0	0
Y2	1480	0	0	0
Y1'	1310	0	0	0
Y1	980	0	0	0
Y0	0	6	0	0
合計		6	0	0

3 階補強位置		S 単位STF		3700
		RC 単位STF		0
通り	距離	補強枚数		一次M
		S	R C	
		0	0	0
Y3'	2160	0	0	0
Y3	1980	0	0	0
Y2'	1680	0	0	0
Y2	1480	0	0	0
Y1'	1310	0	0	0
Y1	980	0	0	0
Y0	0	2	0	0
合計		2	0	0

1 階補強位置		S 単位STF		3700
		RC 単位STF		0
通り	距離	補強枚数		一次M
		S	R C	
		0	0	0
Y3'	2160	0	0	0
Y3	1980	0	0	0
Y2'	1680	0	0	0
Y2	1480	0	0	0
Y1'	1310	0	0	0
Y1	980	0	0	0
Y0	0	6	0	0
合計		6	0	0

(4) 補強建物の偏心率の検討

$$eL = \frac{E}{\sqrt{B^2 + L^2}} \leq 0.10$$

eL : 偏心率

E : 偏心距離[cm]

STIF1 : 補強前の建物剛性

 $\Sigma \Delta STIF_i$: 補強したi通りの合計壁剛性 $\Sigma STIF$: 補強後の建物剛性Kx : 補強前の剛性一次モーメント[cm²*cm] ΔKx_i : i通りの剛性一次モーメント[cm²*cm] ΣKx : 補強後の剛性一次モーメント[cm²*cm]

LYi : i通りの基準線からの距離[cm]

 $\sqrt{(BB+LL)}$: 回転半径[cm]

G : 基準線からの剛心[cm]

S : 基準線からの重心[cm]

補強建物の偏心率の検討

階	補強前		補強分		補強後	
	STIF1	Kx	$\Delta STIF1$	ΔKx	$\Sigma STIF$	ΣKx
4	367080	290910900	0	0	367080	290910900
3	368340	291872616	7400	0	375740	291872616
2	367360	291132800	22199	0	389559	291132800
1	359017	309293232	22199	0	381216	309293232

階	$\sqrt{(BB+LL)}$	G	S	E	eLi	判定
4	6621.23	792.5	694.6	97.9	0.015	<0.10 OK!
3	6621.23	776.8	652.1	124.7	0.019	<0.10 OK!
2	6621.23	747.3	639.8	107.5	0.016	<0.10 OK!
1	6753.3	811.3	679.5	131.8	0.020	<0.10 OK!

3-5 基礎の検討

基礎の検討については、袖壁・他の増設などが予測されるので軸力が確定する、§4の補強設計で行うことにした。鉄骨ブレース部分の荷重増減は以下のようなものである。

(1) 追加ブレース重量

$$\begin{aligned} & H-200 \times 200 \times 8 \times 12 && 489 \text{ [N/m]} \\ & (3.65 \times 2 + 2.35 \times 2 + 2.975 \times 2) \times 489.4 = && 8785 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & H-200 \times 100 \times 5.5 \times 8 && 209 \text{ [N/m]} \\ & (2.975/2 \times 2) \times 208.9 = && 311 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{スパン} && 4.75 \text{ m部での検討} \\ & \text{鉄骨} = && 9095 \\ & \text{モルタル} (20 \times 0.2 \times 0.2 \times (3.85 \times 2 + 2.55 \times 2)) \times 1000 = && 10240 \\ \hline & && 19335 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(2) 撤去腰壁重量

	単位重量 [N/m ²]	高さ [m]	長さ [m]	重量 [N]
腰壁W12	3700	0.80	4.05	11988

(3) 荷重の増減

$$\begin{aligned} & \text{追加ブレース重量} = && 19335 \\ & \text{—撤去腰壁重量} = && 11988 \\ \hline & \text{ブレース1構面あたり} = && 7347 \text{ [N]} \end{aligned}$$

柱一本当たりに換算すると一層につき3.7kN程度であり、柱軸力に比べ微少であるから既存建物の基礎関係への影響はないと考えられる。

3-6 補強後の推定 I s 値、CT・SD値

$$\text{設計RCi} = \frac{\text{設計}\angle\text{Qi}}{\sum\text{Wi}} + \text{C}$$

補強策定結果表

建物名称 千葉市立こて橋小学校①-2棟									
策定者名 (有)アルファ技研設計 安田良一 策定年月日 平成21年 9月									
診断次数 (2次)									
構造耐震判定指標 $I s o = E s \times Z \times G \times U = 0.75$									
4 階建									
階	$\sum\text{Wi}$	設計 $\angle\text{Qi}$	C	設計RCi	F	(N+1)/(N+i)	Eo	SD	T
4	9020	0	1.92	1.92	1.00	0.625	1.20	0.930	0.950
3	18904	3240	1.07	1.24	1.00	0.714	0.89	0.930	0.950
2	28855	9720	0.77	1.11	1.00	0.833	0.92	0.930	0.950
1	40877	9720	0.64	0.88	1.00	1.000	0.88	0.930	0.950

補強後の推定 I s 値、CT・SD値

階	Is	CT×SD	判定
4	1.06	1.12	OK
3	0.78	0.82	OK
2	0.81	0.86	OK
1	0.78	0.82	OK

$$\text{RCi} = \angle\text{Qi} / \sum\text{Wi} + \text{C}$$

$$\text{CT} \cdot \text{SD} = \angle\text{Qi} / \sum\text{Wi} + (\text{C}) \text{SD}$$

3-7 補強計画の所見

(1) 補強箇所数

	桁行方向の補強箇所数				梁間方向の補強箇所数			
	鉄骨 (枚)	袖 (㎡)	開口 (㎡)	延長 (㎡)	鉄骨 (枚)	間柱 (本)	開口 (㎡)	延長 (㎡)
4 階								
3 階	2							
2 階	6					6		
1 階	6					8		

鉄骨：鉄骨ブレース

袖：袖壁増設

開口：開口閉塞

延長：袖壁延長

間柱：開口部間柱増設

(2) 計画所見

本建物は、昭和47年に建設された4階建ての建物で、平成22年現在から数えて38年の年月を経過している建物である。

設計基準は、昭和46年以後の基準で帯筋間隔等考慮されている。

材質調査の結果、4階でコンクリート強度が設計強度 20.6 N/mm^2 を下回る棟があったので、最低値の推定強度(14.3 N/mm^2)を用いて診断した。

X方向（桁行方向）については2～4階においては廊下側の耐震壁が支配的であるが、1階においては柱主体となり（即ち下階壁抜けとなり）I s値は、1～4階で0.56、0.57、0.67、1.06となっており、4階を除き0.75を下回っているため補強が必要である。

耐力、剛性ともに増加させる補強として、耐力壁の増設の方針で行った。

壁の補強枚数の算定に当たり、採光を考慮して、枠付き鉄骨ブレースによる補強とした。

補強壁の配置については、出入り口やペナルティの解消を計りながら決定した。設計枚数は、上表の通り合計14枚とした。

Y方向（梁間方向）については、1～4階のI s値が、各々0.69、0.75、1.02、1.71となった（負方向）。

負加力においては、小堺壁が耐震壁として扱えず、袖壁端部の引張筋降伏で決定づけられ1階では目標値以下である。また2階I s値に余裕がないため、1、2階の小堺壁廊下側端部に間柱を設けて、曲げ強度の増大を計った。2階6カ所、1階8カ所としているが耐力的には十分である。

二カ所のPh階及びゾーニングした給食室部分は、それぞれ所定の性能を備えているので補強の必要はない。

(3) 耐震補強の配置計画図

(4) 補強工事費概算書

当該建物の補強計画について補強工事費の概算費用を算出する。

階	選択工法	補強数	単位	単価	金額
3階	枠付鉄骨ブレース	2	枚	¥2,567,000	¥5,134,000
2階	枠付鉄骨ブレース	6	枚	¥2,567,000	¥15,402,000
1階	枠付鉄骨ブレース	6	枚	¥2,567,000	¥15,402,000
2階	間柱（柱増打相当）	6	本	¥360,000	¥2,160,000
1階	間柱（柱増打相当）	8	本	¥360,000	¥2,880,000
合計					¥5,134,000

*上記の他、EXP・Jの改善を行うとゆとりのある補強となる。

補強要素別単価表（文部省「学校施設の耐震補強マニュアル・RC造校舎編」）

区分	該当工法	工事部位	工事種別	単位	標準単価 (千円)	平均単価 (千円)	調査数 (校)
校舎		壁	新設	(㎡)	54~115	82	322
		壁（RC増打）	補強	(㎡)	54~121	90	167
		袖壁	新設	(㎡)	51~139	89	51
		柱（鋼板）	補強	(本)	292~1,149	555	15
		柱（炭素繊維）	補強	(本)	347~1,010	785	12
		柱（RC増打）	補強	(本)	229~601	360	22
	○	ブレース（壁）	新設	(箇所)	1,594~3,244	2,567	180
		ブレース（壁）	補強	(箇所)	1,037~3,952	1,906	11
		スリット（増設）		(m)	7~44	19	107
屋体		ブレース（水平）	新設・補強	(箇所)	150~566	306	54
		ブレース（壁）	新設・補強	(箇所)	77~800	342	41

・ 補強工事費概算書

当該建物の補強計画について補強工事費の概算費用を算出する。

1. 在来工法

階	選択工法	補強数	単位	単価	金額
3階	枠付鉄骨ブレース	2	枚	¥2,567,000	¥5,134,000
2階	枠付鉄骨ブレース	6	枚	¥2,567,000	¥15,402,000
1階	枠付鉄骨ブレース	6	枚	¥2,567,000	¥15,402,000
2階	間柱（柱増打相当）	6	本	¥360,000	¥2,160,000
1階	間柱（柱増打相当）	8	本	¥360,000	¥2,880,000
合計					¥5,134,000

*上記の他、EXP・Jの改善を行うとゆりのある補強となる。

補強要素別単価表（文部省「学校施設の耐震補強マニュアル・RC造校舍編」）

区分	該当工法	工事部位	工事種別	単位	標準単価 (千円)	平均単価 (千円)	調査数 (校)
校舍		壁	新設	(m ²)	54~115	82	322
		壁（RC増打）	補強	(m ²)	54~121	90	167
		袖壁	新設	(m ²)	51~139	89	51
		柱（鋼板）	補強	(本)	292~1,149	555	15
		柱（炭素繊維）	補強	(本)	347~1,010	785	12
	○	柱（RC増打）	補強	(本)	229~601	360	22
	○	ブレース（壁）	新設	(箇所)	1,594~3,244	2,567	180
		ブレース（壁）	補強	(箇所)	1,037~3,952	1,906	11
屋体		スリット（増設）		(m)	7~44	19	107
		ブレース（水平）	新設・補強	(箇所)	150~566	306	54
		ブレース（壁）	新設・補強	(箇所)	77~800	342	41

2. ピタコラム工法

階	選択工法	補強数	単位	単価	金額
3階	ピタコラムブレース	2	枚	¥3,659,000	¥7,318,000
2階	ピタコラムブレース	6	枚	¥3,659,000	¥21,954,000
1階	ピタコラムブレース	6	枚	¥3,659,000	¥21,954,000
	施工費、その他	14	枚	¥944,000	¥13,216,000
	バルコニー撤去復旧他			¥12,554,000	¥12,554,000
2階	間柱（柱増打相当）	6	本	¥360,000	¥2,160,000
1階	間柱（柱増打相当）	8	本	¥360,000	¥2,880,000
合計					¥82,036,000

3. 横須賀式外付け工法

注. 建築技術2004年5月号 p137~を参考にした

階	選択工法	補強数	単位	単価	金額
3階	横須賀式外付けブレース	2	枚	¥4,000,000	¥8,000,000
2階	横須賀式外付けブレース	6	枚	¥4,000,000	¥24,000,000
1階	横須賀式外付けブレース	6	枚	¥4,000,000	¥24,000,000
	バルコニー撤去復旧他			¥12,554,000	¥12,554,000
2階	間柱（柱増打相当）	6	本	¥360,000	¥2,160,000
1階	間柱（柱増打相当）	8	本	¥360,000	¥2,880,000
合計					¥73,594,000